

PENGARUH VARIASI WAKTU ELEKTROPLATING NIKEL TERHADAP LAJU KOROSI PADA BEJANA PENAMPUNG AIR NIRA LONTAR DI INDUSTRI NATA

Dewi Ratri Setyaningrum¹⁾, Nani Mulyaningsih²⁾, Catur Pramono³⁾,

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

¹adistyadewi83@gmail.com, ²nani_mulyaningsih@untidar.ac.id, ³caturpramono@untidar.ac.id

ABSTRAK

Korosi merupakan kerusakan material logam yang disebabkan reaksi antara logam dengan lingkungannya yang menghasilkan oksida logam, sulfida logam atau hasil reaksi lainnya yang lebih dikenal sebagai pengkaratan. Korosi merupakan masalah yang banyak dialami oleh logam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu elektroplating nikel, temperatur dan waktu perendaman air nira lontar terhadap laju korosi pada *stainless steel* (SS) 304 serta menganalisis ketebalan lapisan nikel pada *stainless steel* (SS) 304 yang terkena air nira lontar. Objek penelitian ini menggunakan *stainless steel* 304 dengan ukuran 40mm x 20mm x 2mm. Variasi waktu elektroplating yang digunakan adalah 10, 20 dan 30 menit. Penyerapan spesimen uji laju korosi dengan perendaman menggunakan air nira lontar selama 2, 4 dan 6 hari pada temperatur 60°C dan 110°C. Pengujian laju korosi menggunakan alat uji *CorrTest* dengan Software CS Studio 5. Standar uji korosi mengacu pada ASTM G-5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *stainless steel* 304 setelah di elektroplating menggunakan nikel selama 30 menit dengan suhu 110°C mempunyai nilai laju korosi sebesar 0,09 mpy sedangkan pada suhu 60°C mempunyai laju korosi terendah pada waktu 10 menit yaitu sebesar 1,27 mpy. Hasil pengujian ketebalan lapisan nikel pada *stainless steel* 304 menunjukkan bahwa semakin lama waktu elektroplating dan waktu perendaman pada air nira lontar serta semakin tinggi temperatur maka ketebalan lapisan nikel mengalami penurunan, akan tetapi pada waktu pelapisan nikel 30 menit ketebalan lapisan nikelnya mengalami peningkatan yaitu pada suhu 60°C ketebalannya 28 μm dan pada suhu 110°C ketebalannya 34,5 μm .

Kata kunci: elektroplating, nikel, laju korosi, *stainless steel*, air nira lontar

ABSTRACT

Corrosion is a damage to metal materials caused by a reactions between a metals and their environment that produce metal oxides, metal sulfides or other reaction products, which is better known as rusting. Corrosion is a problem that many metals experience. This study aims to analyze the effect of nickel electroplating time, temperature and time of immersion in lontar palm juice on the corrosion rate of stainless steel (SS) 304 and analyze the thickness of the nickel layer on stainless steel (SS) 304 exposed to palm sap water. The object of this research uses stainless steel 304 with a size of 40mm x 20mm x 2mm. The variation in electroplating time used is 10, 20 and 30 minutes. Absorption of corrosion rate test specimens by immersion using palm sap water for 2, 4 and 6 days at temperatures of 60°C and 110°C. Corrosion rate testing using the CorrTest test tool with CS Studio 5 software. Corrosion test standard refers to ASTM G-5. The results showed that stainless steel 304 after electroplating using nickel for 30 minutes at a temperature of 110°C had a corrosion rate of 0,09 mpy while at a temperature of 60°C it had the lowest corrosion rate at 10 minutes, which was 1,27 mpy. The results of testing the thickness of the nickel coating on stainless steel 304 show that the longer the electroplating time and the immersion time in palm sap water and the higher the temperature, the thickness of the nickel layer decreases, but at the time of nickel plating 30 minutes the thickness of the nickel layer increases, namely at a temperature of 60°C its thickness is 28 μm and at 110°C its thickness is 34,5 μm .

Keywords: electroplating, nickel, corrosion rate, *stainless steel*, palm sap water.

PENDAHULUAN

Logam merupakan salah satu jenis bahan yang sering dimanfaatkan untuk dijadikan peralatan

penunjang bagi kehidupan manusia dikarenakan logam memiliki banyak kelebihan dibandingkan bahan-bahan lain. Korosi merupakan kerusakan

material logam yang disebabkan reaksi antara logam dengan lingkungannya yang menghasilkan oksida logam, sulfida logam atau hasil reaksi lainnya yang lebih dikenal sebagai pengkaratan. Jadi, dilihat dari sudut pandang kimia, korosi pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen (Sutjahjo, 2008:1).

Pada industri banyak terjadi proses korosi yang disebabkan oleh fenomena korosi akibat adanya bakteri yang dapat mengubah garam sulfat menjadi asam reaktif yang dapat menyebabkan karat. Berbagai permasalahan yang ditimbulkan korosi antara lain perubahan warna, keropos berlubang, terkontaminasinya bahan produk, berkurangnya faktor keamanan, dan bertambahnya biaya perawatan rancangan. Banyak sekali di dunia industri terjadi proses korosi disebabkan oleh fenomena korosi akibat adanya bakteri yang dapat mengubah garam sulfat menjadi asam reaktif yang dapat menyebabkan karat. Seperti yang terjadi pada bejana penampung air nira lontar di industri nata yang mengalami korosi pada bejana penampungnya.

Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk menanggulangi masalah korosi. Upaya yang dapat dilakukan adalah pertama pengendalian korosi berupa perbaikan sifat bahan yang dapat dilakukan dengan memadukan logam dengan logam lain yang memiliki sifat yang lebih baik. Sebagai contoh besi yang dipadukan dengan krom dan nikel akan menghasilkan jenis logam baru yaitu baja nirkarat atau *stainless steel*. Kemudian yang kedua mengendalikan kerusakan material yang diakibatkan oleh korosi, agar laju korosi yang terjadi dapat ditekan serendah mungkin atau jangan sampai logam menjadi rusak sebelum waktunya.

Korosi pada logam sangat perlu diperhatikan karena banyak digunakan dalam berbagai bidang khususnya pada bejana

penampungan air nira lontar untuk bahan bejana pembuatan nata. Bejana penampung air nira lontar yang terkorosi dapat membahayakan kandungan nata bahkan dapat membahayakan keselamatan manusia. Untuk itu dibutuhkan *stainless steel* 304 yang memiliki ketahanan korosi yang tinggi pada media air nira lontar.

Pemilihan SS 304 menjadi pertimbangan karena material tersebut banyak terdapat dipasaran, mudah dibentuk, dan harganya jauh lebih murah, tetapi laju korosinya memang lebih tinggi, selain itu baja *stainless steel* 304 secara alami juga sudah mengandung unsur Ni dan Cr. Walau banyak kelebihanannya, SS 304 juga mempunyai kelemahan. Salah satu kelemahannya ialah ketahanan korosi.

Untuk mengatasi kelemahan diatas, maka perlakuan permukaan perlu dilakukan. Salah satu proses perlakuan permukaannya yaitu dengan pelapisan atau *electroplating*. Dari sekian banyak jenis pelapisan logam, salah satunya adalah pelapisan nikel, yang bertujuan untuk memperbaiki sifat permukaan logam agar tahan korosi dan memperindah penampilan permukaan logam.

Pemanfaatan tanaman lontar khususnya nira lontar belum optimal. Selama ini tanaman nira lontar digunakan oleh masyarakat sebagai bahan baku dalam pembuatan gula merah dan sebagai bahan minuman segar (tuak) seperti halnya nira dari tanaman aren. Disamping sebagai bahan baku pembuatan gula merah dan minuman segar, nira lontar juga dapat diolah menjadi produk nata karena memiliki sifat-sifat yang hampir sama dengan nira aren (Abd. Kadir W, 2002).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menguji *stainless steel* 304 terhadap hasil pengaruh variasi waktu pada proses elektroplating dan nilai laju korosi terhadap temperatur dan waktu yang sudah

direndam dengan air nira lontar. Untuk mengetahui hasil elektroplating perlu diuji dengan *rectifier* dan hasil laju korosi diuji dengan *CorrTest*.

Waktu dan tempat penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2020 sampai dengan Juli 2021 di laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar (Proses Pembuatan Spesimen) Laboratorium IST Akprind Yogyakarta (Pengujian Elektroplating), Laboratorium Korosi, Departemen Teknik Mesin FTI-ITS yang berlokasi di kota Surabaya, Jawa Timur (Pengujian Korosi) dan Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin-Grafika UGM yang berlokasi di Yogyakarta (Pengujian Ketebalan Lapisan Nikel).

Alat yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini antara lain: bak penampungan larutan, bak pencuci, bak atau wadah perendaman spesimen, mesin gerinda potong, *rectifier*, kabel penghubung, pemanas, pengaduk, termometer, kawat tembaga, *hairdryer*, *stopwatch*, alat uji struktur mikro, *CorrTest*, gelas ukur dan jangka sorong.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: spesimen *stainless steel* 304, Nickel Sulfate (NiSO_4), Nickel Chloride (NiCl_2), Boric Acid (H_3BO_3), Brightener I (HBF_4), Brightener M (SO_3NH_2), air nira lontar, aseton, amplas, dan aquades.

Rumus yang digunakan dalam proses penelitian ini antara lain:

1) Rumus Elektroplating

Rumus yang digunakan adalah menggunakan Hukum Faraday yaitu sebagai berikut:

$$\frac{B a x l x T}{n x F} = W \quad (1)$$

Dimana:

W = Berat Logam yang diendapkan

(gr)

Ba = Berat atom (gr)

I = Arus listrik (Ampere)

F = Konstanta Faraday = 96.500
coulumb

2) Rumus Laju Korosi

Untuk mengetahui nilai laju korosi dapat dituliskan melalui persamaan (Ispandriatno., 2015) berikut:

$$Ew = N_{EQ}^{-1} \quad (2)$$

$$N_{EQ}^{-1} = \sum \left(\frac{\omega_i}{a_i} \right) = \sum \left(\frac{\omega_i n_i}{a_i} \right) \quad (3)$$

Keterangan:

Ew = Berat Ekuivalen

N_{EQ}^{-1} = Nilai equivalen total

ω_i = fraksi berat

a_i = nomor massa atom

n_i = elektron valensi

Maka persamaannya menjadi:

$$r = 0,129 \frac{i(Ew)}{D} \quad (4)$$

Keterangan :

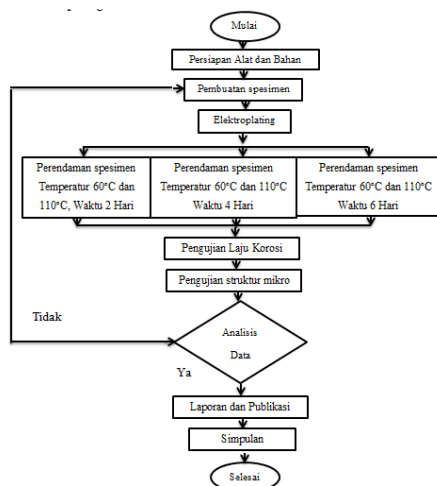
r = Laju korosi (mpy)

0,129 = Konstanta untuk mpy

Ew = Berat ekuivalen

D = Berat jenis spesimen
(gr/cm³)

Langkah - langkah dalam penelitian ini antara lain: persiapan alat dan bahan, pembuatan spesimen, pengujian elektroplating dengan larutan nikel, perendaman spesimen dengan air nira lontar, pengujian laju korosi, pengujian struktur mikro, analisis data, laporan dan publikasi, dan membuat kesimpulan



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan menggunakan metode potensiodinamik untuk pengujian laju korosi pada *stainless steel* 304. Uji Polarisasi Potensiodinamik dilakukan untuk mengetahui nilai laju korosi *stainless steel* 304 pada larutan air nira lontar.

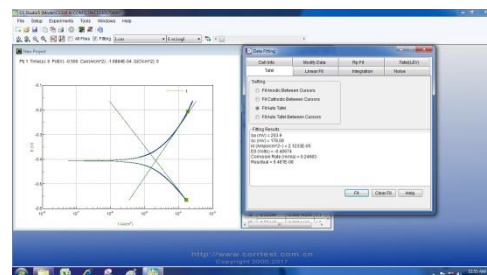
Laju korosi didapat dengan melakukan perhitungan pada persamaan (4) sehingga didapatkan laju korosi pada sampel. Pada sampel dibutuhkan beberapa data antara lain seperti: densitas, *equivalent weight* dan kerapatan arus. Densitas sampel sebesar 7,85 gr/cm³, *equivalent weight* dicari menggunakan persamaan (2).

Tabel 1. Hasil Pengujian Potensiodinamik

Waktu Perendam an Larutan (hari)	Temperatur (°C)	I _{corr} (μA/cm ²)
2	60	2,12
	110	1,91
4	60	3,01
	110	0,28
6	60	7,02
	110	0,16

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman pada air nira lontar dan semakin tinggi temperatur maka nilai laju korosi akan semakin rendah dan sebaliknya jika semakin

cepat waktu perendaman pada air nira lontar dan semakin rendah temperatur maka nilai laju korosi akan semakin tinggi. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa waktu perendaman sangat mempengaruhi nilai laju korosi pada *stainless steel* 304.



Gambar 2. Hasil Uji Potensiodinamik

Contoh perhitungan laju korosi pada sampel 1 dengan nilai I_{corr} dengan satuan mpy/years yang didapatkan dari gambar 2, hasil uji tafel diatas pada sampel 1 waktu pelapisan nikel 10 menit dan waktu perendaman larutan 2 hari dengan suhu 60°C, yaitu:

$$r = (0,129) \left(\frac{(2,12 \mu A / cm^2) (36,61 gram)}{7,85 gram / cm^3} \right) = 1,2754271083 mpy \approx 1,27 mpy$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Laju Korosi Pelapisan Nikel

Waktu Pelapisan Nikel (menit)	Waktu Perendam an Larutan (hari)	Temperatur (°C)	CR (mpy)
10	2	60	1,27
		110	1,14
20	4	60	1,81
		110	0,16
30	6	60	4,22
		110	0,09

Hasil laju korosi pada tabel 2 disebabkan karena adanya kandungan asam asetat pada air nira lontar yang mempengaruhi nilai laju korosi pada *stainless steel* 304 meningkat. Untuk mencegah meningkatnya laju korosi tersebut penulis

memberikan pelapisan nikel pada *stainless steel* 304 untuk menurunkan nilai laju korosi.

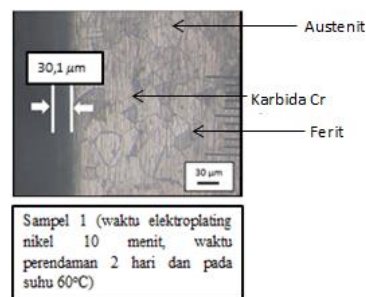
Dari hasil pengujian didapatkan bahwa nilai laju korosi SS 304 cenderung menurun setelah dilapisi nikel pada permukaannya. Hal ini disebabkan semakin lama waktu elektroplating nikel pada SS 304 maka kerapatan permukaan semakin meningkat. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh pH lingkungan yang merupakan derajat keasaman dari lingkungan yang mengindikasikan konsentrasi H^+ dalam lingkungan tersebut.

Hasil uji laju korosi mempunyai nilai terbaik pada spesimen yang dilapisi nikel selama 30 menit pada temperatur $110^{\circ}C$ sebesar 0,09 mpy, sedangkan pada spesimen yang dilapisi nikel selama 10 menit dengan temperatur $60^{\circ}C$ memiliki nilai terbaik sebesar 1,27 mpy.

Pengujian Ketebalan Lapisan Nikel

Untuk mengetahui ketebalan lapisan yang terjadi perlu dilakukan pengujian material secara mikroskopik atau penampakan morfologi sesuai ASM, korosi yang terbentuk pada *stainless steel* 304 dilakukan pengujian untuk mengetahui perbedaan bentuk permukaan yang terkorosi akibat pengaruh di lingkungan korosifnya. Maka dari itu dilakukan pengamatan uji struktur mikro pada SS 304 tersebut untuk mengetahui terjadinya ketebalan lapisan yang terjadi.

Pengujian ketebalan lapisan nikel dilakukan dengan perbesaran 100x pada spesimen yang sudah dilapisi nikel pada proses elektroplating dengan lama waktu celup 10, 20 dan 30 menit serta sudah dilakukan pengujian laju korosi dengan waktu perendaman 2, 4 dan 6 hari dengan suhu $60^{\circ}C$ dan $110^{\circ}C$. Untuk gambar ketebalan lapisan nikel sampel yang menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 1 strip sama dengan 10 mikron, diperoleh data sebagai berikut:



Gambar 3. Ketebalan lapisan nikel sampel 1

Hasil Pengamatan struktur mikro secara keseluruhan pada semua spesimen, fasa yang tampak jelas yaitu austenit (warna putih), karbida Cr (butiran yang halus) dan ferit (gelap).

Berdasarkan gambar 4 dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu elektroplating dan waktu perendaman pada air nira lontar serta semakin tinggi temperatur maka ketebalan lapisan nikel mengalami peningkatan penurunan, akan tetapi pada waktu pelapisan nikel 30 menit ketebalan lapisan nikelnya mengalami peningkatan yaitu pada suhu $60^{\circ}C$ ketebalannya $28 \mu m$ dan pada suhu $110^{\circ}C$ ketebalannya $34,5 \mu m$. Hal ini disebabkan karena perpindahan ion-ion elektrolit yang kurang baik yang menyebabkan lapisan nikel mengalami peluruhan seiring bertambahnya waktu elektroplating yang diberikan dalam proses elektroplating, namun pada waktu pelapisan nikel selama 30 menit tidak mengalami peluruhan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan data-data yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengaruh waktu elektroplating nikel, temperatur dan waktu perendaman air nira lontar terhadap laju korosi pada *stainless steel* 304 didapatkan nilai laju korosi terendah terjadi pada waktu elektroplating nikel pada waktu 30 menit dengan lama waktu perendaman spesimen pada air nira lontar selama 6 hari pada temperatur $110^{\circ}C$ yaitu sebesar 0,09 mpy dan nilai laju korosi terendah pada temperatur $60^{\circ}C$ terjadi pada waktu 10 menit pada proses elektroplating nikel dengan

lama waktu perendaman spesimen pada air nira lontar selama 2 hari yaitu sebesar 1,27 mpy. Kemudian nilai laju korosi tertinggi terjadi pada temperatur 60°C waktu elektroplating 30 menit selama perendaman 6 hari yaitu sebesar 4,22 mpy sedangkan pada temperatur 110°C nilai laju korosi tertinggi terjadi pada waktu elektroplating 10 menit selama waktu perendaman 2 hari yaitu sebesar 1,14 mpy. Hal ini waktu elektroplating nikel, temperatur dan waktu perendaman air nira lontar sangat berpengaruh karena semakin lama waktu elektroplating dan waktu perendaman pada air nira lontar serta semakin tinggi temperatur maka nilai laju korosi akan semakin rendah.

2. Hasil pengaruh waktu elektroplating nikel, temperatur dan waktu perendaman air nira lontar terhadap ketebalan lapisan nikel pada *stainless steel* (SS) 304 yang terkena air nira lontar pada spesimen (1) dengan ketebalan 30,1 μm , spesimen (2) 27 μm , spesimen (3) 30 μm , spesimen (4) 29,8 μm , spesimen (5) 28 μm , dan spesimen (6) 34,5 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM Internasional. 2004. *ASTM G31-72: Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. United State.
- [2] Fontana, M. G. 1987. *Corrosion Engineering*. 3rd ed, McGraw-Hill, New York.
- [3] Mulyaningsih, N. 2019. *Korosi & Pengendalian*. Magelang: Anom Pustaka
- [4] Mulyaningsih, N. 2020. *Modul Praktikum Permesinan Industri Dan Elektroplating*. Magelang: Universitas Tidar
- [5] Susanto, H. dkk. 2017. *Kemampukerasan Baja Tahan Karat AISI 304*. Aceh Barat: Universitas Teuku Umar.
- [6] Sutjahjo, Dwi Heru. 2008. *Diktat Kuliah Teknik Korosi*. Surabaya:Unesa.
- [7] Utomo, Budi. 2009. *Jenis Korosi Dan Penanggulangannya*. Program Diploma III Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah.
- [8] Mahmud, Z., dan Amrizal. 1991. *Palma sebagai bahan pangan, pakan dan konservasi*. Buletin Balitka No.14 Tahun 1991, Hlm 106-113. Balai Penelitian Kelapa. Manado.